

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-109174

(43)Date of publication of application : 23.04.1999

(51)Int.CI

G02B 6/293  
G02B 6/00  
H04J 14/00  
H04J 14/02

(21)Application number : 09-271599

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 03.10.1997

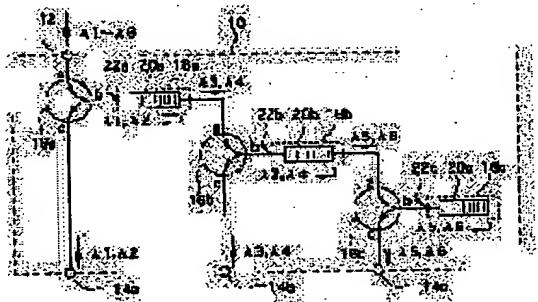
(72)Inventor : NOMOTO TSUTOMU  
TERAO YOSHITAKA  
SASAKI KENSUKE

## (54) OPTICAL FILTER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To attain the wavelength dispersion compensation of an optical signal and the distributing function to a desired optical path thereof.

**SOLUTION:** This optical filter is provided with one input port 12, three output ports 14a-14c, three optical circulators 16a-16c, and three FBG parts(fiber Bragg grating parts) 18a-18c, and each FBG is formed of chirp gratings 20a-20c. The input port is connected to the first port of the first stage optical circulator, and the output ports are connected to the third port of each optical circulator. The second port of the first stage optical circulator is connected to the first port of the second stage optical circulator through the first stage FBG part, the second port of the second stage optical circulator is connected to the first port of the third optical circulator through the second stage FBG part, and the third stage FBG part is connected to the second port of the third stage optical circulator.



(19) 日本国特許庁 (JP)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-109174

(43) 公開日 平成11年(1999)4月23日

(51) Int. C1. e  
G 02 B 6/293  
6/00 3 0 6  
H 04 J 14/00  
14/02

F I  
G 02 B 6/28 D  
6/00 3 0 6  
H 04 B 9/00 E

審査請求 未請求 請求項の数 5

O L

(全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-271599

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(22) 出願日 平成9年(1997)10月3日

(72) 発明者 野本 勉

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

(72) 発明者 寺尾 芳孝

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

(72) 発明者 佐々木 健介

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

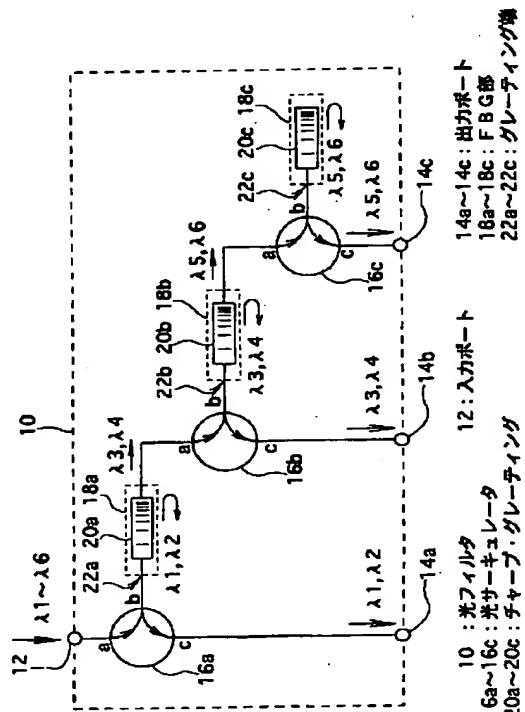
(74) 代理人 弁理士 大垣 孝

(54) 【発明の名称】光フィルタ

## (57) 【要約】

【課題】 光信号の波長分散補償および所望の光線路への分配機能の実現。

【解決手段】 1個の入力ポート12と3個の出力ポート14a～14cと3個の光サーチュレータ16a～16cと3個のFBG部(ファイバプラググレーティング部)18a～18cとを具え、各FBGをチャーブ・グレーティング20a～20cで構成する。第1段目の光サーチュレータの第1ポートに入力ポートを結合し、各光サーチュレータの第3ポートに個別の出力ポートを結合し、第1段目の光サーチュレータの第2ポートと第2段目の光サーチュレータの第1ポートとの間を第1段目のFBG部で結合し、第2段目の光サーチュレータの第2ポートと第3段目の光サーチュレータの第1ポートとの間を第2段目のFBG部で結合し、第3段目の光サーチュレータの第2ポートに第3段目のFBG部を結合してある。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 1個の入力ポートと、N個（Nは2以上の整数）の出力ポートと、N個の光サーキュレータと、互いに反射波長帯域の異なるN個のファイバプラッググレーティング部とを具え、

前記ファイバプラッググレーティング部の各々は、1個若しくは順次に直列に結合した複数個のチャーピドファイバグレーティングを以って構成してあり、

前記光サーキュレータの各々は、第1ポート、第2ポートおよび第3ポートを具えていて、前記第1ポートに入力された光信号を前記第2ポートから出力し、該第2ポートに入力された光信号を前記第3ポートから出力するように構成してあり、

第1段目の光サーキュレータの第1ポートと前記入力ポートとを結合してあり、

第i段目（iは1≤i≤N-1を満たす整数）の光サーキュレータの第2ポートと第(i+1)段目の光サーキュレータの第1ポートとを第i段目のファイバプラッググレーティング部を介して結合してあり、

第i段目のファイバプラッググレーティング部を構成する前記チャーピドファイバグレーティングは、格子間隔の広い側のグレーティング端を第i段目の光サーキュレータの第2ポートに結合してあり、

第N段目のファイバプラッググレーティング部を構成する前記チャーピドファイバグレーティングは、格子間隔の広い側のグレーティング端を第N段目の光サーキュレータの第2ポートに結合してあり、

各前記光サーキュレータの第3ポートをそれぞれ個別の前記出力ポートに結合してあることを特徴とする光フィルタ。

【請求項2】 請求項1に記載の光フィルタにおいて、前記ファイバプラッググレーティング部の各々をそれぞれ1つのチャーピドファイバグレーティングで構成したとき、

前記チャーピドファイバグレーティングの各々の反射波長帯域が、前記入力ポートに入力される波長多重光信号の互いに異なる中心波長を複数ずつそれぞれ含むことを特徴とする光フィルタ。

【請求項3】 請求項1または2に記載の光フィルタにおいて、

第i段目のファイバプラッググレーティング部の反射波長帯域を第(i+1)段目のファイバプラッググレーティング部の反射波長帯域よりも短波長側に設定してあることを特徴とする光フィルタ。

【請求項4】 請求項1に記載の光フィルタにおいて、前記ファイバプラッググレーティング部の各々を、互いに反射波長帯域の異なる複数のチャーピドファイバグレーティングでそれぞれ構成したとき、

第i段目のファイバプラッググレーティング部の反射波長帯域を第(i+1)段目のファイバプラッググレーティング部の反射波長帯域よりも短波長側に設定してあることを特徴とする光フィルタ。

イング部の反射波長帯域よりも短波長側に設定してあり、かつ、

第i段目のファイバプラッググレーティング部を構成する各チャーピドファイバグレーティングの各々を、当該チャーピドファイバグレーティングの反射波長帯域の中心波長の短い順に第i段目の光サーキュレータ側から設けてり、第N段目のファイバプラッググレーティング部を構成する各チャーピドファイバグレーティングの各々を、当該チャーピドファイバグレーティングの反射波長帯域の中心波長の短い順に第N段目の光サーキュレータ側から設けてあることを特徴とする光フィルタ。

【請求項5】 請求項4に記載の光フィルタにおいて、前記ファイバプラッググレーティング部の各々において、光ファイバのコアに、複数の前記チャーピドファイバグレーティングをそれぞれ形成してあることを特徴とする光フィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、光通信、例えば、波長多重（WDM；Wavelength Division Multiple xing）光通信に用いて好適な光フィルタに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 光通信システムにおいては、波長多重された光信号を波長に応じて分配してする光フィルタが用いられる。また、例えば光ファイバを伝送する個々の中心波長の光信号には、伝送距離の比例して波長分散が生じる。すなわち、個々の光信号の長波長成分と短波長成分とでは、一般に伝搬速度が異なるため、伝送先に到達する時刻にずれが生じる。このため、光通信システムにおいては、波長分散補償器が用いられる。

【0003】 このような波長フィルタや波長分散補償器として、従来、ファイバプラッググレーティング（以下、「FBG」とも略称する。）が多用されている。FBGは、光ファイバのコアの屈折率を周期的に変化させたものである（文献1：「応用物理 第66巻 第1号 1997年 p.p. 33-36」参照）。そして、FBGの格子間隔を軸方向（光の伝搬方向）に沿って単調に変化させたチャーピドファイバグレーティング（「チャップ・グレーティング」とも称する。）を用いて1つの波長の光信号の波長分散を行なう技術が、文献2：「分光研究、第45巻、第6号（1996）p. 302」に開示されている。

【0004】 また、このFBGは、例えば文献3：「米国特許第5367588号」に開示されている位相マスク法によって作成することができる。また、この位相マスク法では、紫外線透過材料で形成した位相マスクが用いられる。この位相マスクは、例えば文献4：「ELECTRONICS LETTERS 18th March 1993 Vol. 29 No. 6 p.p. 566-568」に開示されている方法によって作成するこ

とができる。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、1本の光ファイバ中に異なる波長の多数の光信号を伝送させる波長多重光通信においては、広い波長帯域にわたる各光信号に生じる波長分散を適切に補償し、かつ、各光信号を任意の光線路に分配する必要がある。しかしながら、従来、これら2つの要件を満たす光フィルタを、FBGを用いて構成することができなかった。

【0006】例えば、FBGの反射波長帯域や反射スペクトルのトップの平坦性等はそのFBG長に依存する。一般に、高ビットレート伝送や長距離通信では、光ファイバにおいて波長分散が生じてしまい光信号パルスが歪みやすい。この光信号パルスの歪みをFBGによって補償するとき、このFBGの反射波長帯域 $\Delta\lambda$ は次式(1)で表される。

$$\Delta\lambda = 2L / (C \cdot D) \quad \dots \quad (1)$$

但し、記号LはFBG長、記号Cは光の速度、記号Dは分散値をそれぞれ表している。この式(1)から、分散値Dを一定にするとFBG長Lが長いほど反射波長帯域 $\Delta\lambda$ が広がることが分かる。そして、波長分散補償量はFBG長Lに比例して大きくなるから、伝送用ファイバで発生する波長分散量が大きいほどFBG長Lを長くする必要がある。

【0008】例えば、1.3μm零分散ファイバ中に1.55μmの波長の光を伝搬させた場合、1kmあたり17~19ps/nmの分散が発生する。従って、伝搬距離が100kmの場合には1700~1900ps/nmの分散量となる。この分散を補償するには、上式(1)に従うと、約1mの長さのFBGが必要である。しかしながら、位相マスクの長さは最大でも100mm程度のものしか作成できず、従って100mmよりも長いFBGを作成することができなかった。

【0009】従って、従来より、複数の光信号の波長分散補償を適切に行い、かつ、波長に応じて光信号を分配して、所望の光線路に出力する光フィルタの出現が望まれていた。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】そこで、この出願に係る発明者は、種々の実験および検討を重ねた結果、光サーキュレータとチャーブドファイバグレーティングとを交互に直列に接続して、各チャーブドファイバグレーティングで、互いに波長の異なる全光信号のうちの一部分の波長の光信号グループをグループ毎にそれぞれ反射することにより波長分散補償を行ない、かつ反射された光信号グループをそれぞれ光サーキュレータで選択的に取り出せるように構成すれば、上述した光フィルタを達成できることに想到した。

【0011】そこで、この発明の光フィルタによれば、1個の入力ポートと、N個(Nは2以上の整数)の出力

ポートと、N個の光サーキュレータと、互いに反射波長帯域の異なるN個のファイバラッピンググレーティング部

(以下、「FBG部」とも称する。)とを具え、ファイバラッピンググレーティング部の各々は、1個若しくは順次に直列に結合した複数個のチャーブドファイバグレーティングを以って構成しており、光サーキュレータの各々は、第1ポート、第2ポートおよび第3ポートを具えていて、第1ポートに入力された光信号を第2ポートから出力し、この第2ポートに入力される光信号を第3ポート

10 から出力するように構成しており、第1段目の光サーキュレータの第1ポートと入力ポートとを結合しており、第i段目(iは1≤i≤N-1を満たす整数)の光サーキュレータの第2ポートと第(i+1)段目の光サーキュレータの第1ポートとを第i段目のファイバラッピンググレーティング部を介して結合しており、第i段目のファイバラッピンググレーティング部を構成するチャーブドファイバグレーティングは、格子間隔の広い側のグレーティング端を第i段目の光サーキュレータの第2ポートに結合しており、第N段目のファイバラッピンググレーティング部を構成するチャーブドファイバグレーティングは、格子間隔の広い側のグレーティング端を第N段目の光サーキュレータの第2ポートに結合しており、各光サーキュレータの第3ポートをそれぞれ個別の出力ポートに結合してあることを特徴とする。

【0012】このように構成すれば、入力ポートに入力される波長多重光信号を、FBG部の反射波長帯域に応じてFBG部から反射されたり、あるいは、FBG部を透過した複数の波長の光信号グループ毎に分配して個別の出力ポートからそれぞれ出力させることができる。しかも、FBG部で光信号を反射することにより、光信号の波長分散を補償することができる。

【0013】例えば、第1段目のFBG部の反射波長帯域が、波長λ1およびλ2を含み、第2段目のFBG部の反射波長帯域が、波長λ3およびλ4を含むとする。そして、入力ポートに中心波長λ1、λ2、λ3およびλ4の光信号が多重した波長多重光信号を入力する。この波長多重光信号は、入力ポートを経て第1段目の光サーキュレータの第1ポートに入力する。続いて、この波長多重光信号は、第1段目の光サーキュレータの第2ポートを経て第1段目のFBG部に入力する。

【0014】この第1段目のFBG部においては、中心波長λ1およびλ2の光信号が反射されて再び第1段目の光サーキュレータの第2ポートに戻される。中心波長λ1およびλ2の光信号は、FBG部において反射されることにより波長分散が補償される。尚、FBG部のチャーブドファイバグレーティングによって反射される光信号の波長分散が補償される原理は、従来と同じである(文献2参照)が、後で簡単に説明する。

【0015】そして、この中心波長λ1およびλ2の光信号は、波長分散が補償された光信号として、第1段目

の光サーキュレータの第3ポートを経て、この第3ポートに結合された所定の出力ポートに出力される。また、出力ポートに出力された中心波長 $\lambda_1$ および $\lambda_2$ の光信号は、第1段目のFBG部によって波長分散が補償される。

【0016】一方、中心波長 $\lambda_3$ および $\lambda_4$ の光信号は、第1段目のFBG部では反射されずにこのFBG部を透過する。1段目のFBG部を透過した光信号は、第2段目の光サーキュレータの第1ポートに入力する。そして、中心波長 $\lambda_3$ および $\lambda_4$ の光信号は、第2段目の光サーキュレータの第2ポートを経て、第2段目のFBG部に入力する。中心波長 $\lambda_3$ および $\lambda_4$ の光信号は、この第2段目のFBG部によって反射されて、再び第2段目の光サーキュレータの第2ポートに戻される。このとき、このFBG部において、この光信号の波長分散補償も行われる。そして、中心波長 $\lambda_3$ および $\lambda_4$ の光信号は第2段目の光サーキュレータの第3ポートを経て、この第3ポートに結合された所定の出力ポートへと出力される。

【0017】以上説明したように、この発明の光フィルタは、入力ポートに入力した波長多重光信号を中心波長 $\lambda_1$ および $\lambda_2$ の複数の光信号のグループと中心波長 $\lambda_3$ および $\lambda_4$ の複数の光信号のグループに分配するとともに、波長分散補償を行なって、それぞれを所定の出力ポートへと出力させることができる。

【0018】また、この発明の光フィルタの好適実施例では、ファイバプラックグレーティング部の各々をそれぞれ1つのチャーピドファイバグレーティングで構成したとき、チャーピドファイバグレーティングの各々の反射波長帯域が、入力ポートに入力される波長多重光信号の互いに異なる中心波長を複数ずつそれぞれ含むのが良い。

【0019】このように構成すれば、入力ポートに入力される波長多重光信号を、異なる中心波長をそれぞれ有する複数の光信号ずつ、各ファイバプラックグレーティング部で分離すると共に、波長分散の補償を行なうことができる。

【0020】ところで、チャーピドファイバグレーティングをはじめとするFBGを透過する光には、そのFBGの反射波長よりも短波長側の成分に損失が発生する（例えば、文献5：「電子情報通信学会論文誌 C-1 Vol. J80-C No. 1 p.p. 32-40 1997年1月」の第35頁の図6参照）。

【0021】そこで、グレーティングのプラック反射波長よりも短波長側の波長成分の損失の発生を抑制するために、この発明の光フィルタにおいて、好ましくは、各FBG部をそれぞれ1つのチャーピドファイバグレーティングで構成し、さらに好ましくは、第i段目のファイバプラックグレーティング部の反射波長帯域を第(i+1)段目のファイバプラックグレーティング部の反射波

長帯域よりも短くしておくのが良い。

【0022】このように構成すれば、光信号は、当該光信号の中心波長よりも反射波長帯域が短波長側に設定されたFBG部のみを透過する。このため、各FBGにおいて、当該FBGを透過する光信号のうちの、FBG部の反射波長帯域よりも短波長側の成分の損失（光強度の減衰）の発生を抑制することができる。

【0023】また、この発明の光フィルタにおいて、好ましくは、ファイバプラックグレーティング部の各々を、互いに反射波長帯域の異なる複数のチャーピドファイバグレーティングでそれぞれ構成するのが良い。

【0024】このように構成すれば、入力ポートに入力される波長多重光信号を、複数の中心波長の光信号のグループ毎に、各ファイバプラックグレーティング部で分離すると共に、波長分散の補償を行なうことができる。さらに、各FBG部をそれぞれ複数のチャーピドファイバグレーティングで構成するので、個々のチャーピドファイバグレーティングの反射波長帯域を狭く設計することができる。

- 10 【0025】また、グレーティングの反射波長よりも短波長側の成分の損失の発生を抑制するために、この発明の光フィルタにおいて、各FBG部をそれぞれ複数のチャーピドファイバグレーティングで構成した場合、さらに好ましくは、第i段目のファイバプラックグレーティング部の反射波長帯域を第(i+1)段目のファイバプラックグレーティング部の反射波長帯域よりも短くしてあり、かつ、第i段目のファイバプラックグレーティング部を構成する各チャーピドファイバグレーティングの各々を、当該チャーピドファイバグレーティングの反射波長帯域の中心波長の短い順に、第i段目の光サーキュレータ側から設けてあり、第N段目のファイバプラックグレーティング部を構成する各チャーピドファイバグレーティングの各々を、当該チャーピドファイバグレーティングの反射波長帯域の中心波長の短い順に第N段目の光サーキュレータ側から設けておくのが良い。

- 20 【0026】このように構成すれば、光信号は、当該光信号の中心波長よりも反射波長帯域が短波長側に設定されたFBG部のみを透過する。そして、個々のFBG部においても、光信号は、当該光信号の中心波長よりも反射波長帯域が短波長側に設定されたチャーピドファイバグレーティングのみを透過する。このため、各FBGにおいて、当該FBGを透過する光信号のうちの、FBG部の反射波長帯域よりも短波長側の成分の損失（光強度の減衰）の発生を抑制することができる。

- 30 【0027】また、この発明の光フィルタにおいて、各FBG部をそれぞれ複数のチャーピドファイバグレーティングで構成した場合、さらに好ましくは、ファイバプラックグレーティング部の各々において、光ファイバのコアに、複数のチャーピドファイバグレーティングをそれぞれ形成してあると良い。

【0028】このように、複数のチャーブドファイバグレーティングを1本の光ファイバに形成すれば、個々のチャーブドファイバグレーティングどうしを融着したりコネクタを介して接続する場合に比べて、接続による光信号の損失が発生を抑制することができる。

#### 【0029】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明のフィルタの例につき説明する。尚、参照する図面は、この発明が理解できる程度に各構成成分の大きさ、形状および配置関係を概略的に示しているに過ぎない。したがって、この発明は、この図示例に限定されるものではない。

【0030】(第1の実施の形態)先ず、図1を参照して、この発明の光フィルタの第1の実施の形態について説明する。図1は、第1の実施の形態の光フィルタの説明に供するブロック図である。

【0031】この発明の光フィルタによれば、1個の入力ポートと、N個(Nは2以上の整数)の出力ポートと、N個の光サーキュレータと、N個の互いに反射波長帯域の異なるファイバプラッギンググレーティング部(FBG)とを具えている。

【0032】そこで、第1の実施の形態の光フィルタ10においては、N=3とする。従って、この光フィルタ10は、1個の入力ポート12と、3個の出力ポート14a、14bおよび14cと、3個の光サーキュレータ16a、16bおよび16cと、3個の互いに反射波長帯域の異なるFBG部18a、18bおよび18cとを具えている。

【0033】そして、第1段目のFBG部18aは、波長 $\lambda_a \sim \lambda_b$ ( $\lambda_a < \lambda_b$ )の反射波長帯域を有するとする。また、第2段目のFBG部18bは、波長 $\lambda_b \sim \lambda_c$ ( $\lambda_b < \lambda_c$ )の反射波長帯域を有するとする。また、第3段目のFBG部18cは、波長 $\lambda_c \sim \lambda_d$ ( $\lambda_c < \lambda_d$ )の反射波長帯域を有するとする。

【0034】したがって、この実施の形態においては、第1段目のFBG部18aの反射波長帯域を第2段目のFBG部18bの反射波長帯域よりも短波長側に設定しており、かつ、第2段目のFBG部18bの反射波長帯域を第3段目のFBG部18cの反射波長帯域よりも短波長側に設定してある。尚、この実施の形態では、第1段目および第2段目のFBG部18aおよび18bの反射波長帯域どうし、および、第2段目および第3段目のFBG部18bおよび18cの反射波長帯域どうしを連続させているが、この発明では、隣り合った反射波長帯域どうしは、必ずしも連続させていくとも良い。

【0035】また、この発明によれば、ファイバプラッギンググレーティング部の各々は、1個若しくは順次に直列に結合した複数個のチャーブドファイバグレーティングを以って構成してある。

【0036】そこで、この実施の形態では、FBG部1

8a～18cの各々をそれぞれ1つのチャーブドファイバグレーティング(チャーブ・グレーティング)20a、20bおよび20cで以って構成した例とする。そして、FBG部18a～18cの各々の反射波長帯域は、入力ポートに入力される波長多重光信号の互いに異なる中心波長を複数ずつそれぞれ含んでいる。

【0037】具体的には、例えば、第1段目のFBG18aの反射波長帯域 $\lambda_a \sim \lambda_b$ は、波長 $\lambda_1$ および $\lambda_2$ を含む( $\lambda_a < \lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_b$ )。また、第2段目のFBG18bの反射波長帯域 $\lambda_b \sim \lambda_c$ は、波長 $\lambda_3$ および $\lambda_4$ を含む( $\lambda_b < \lambda_3 < \lambda_4 < \lambda_c$ )。また、第3段目のFBG部18cの反射波長帯域 $\lambda_c \sim \lambda_d$ は、波長 $\lambda_5$ および $\lambda_6$ を含む( $\lambda_c < \lambda_5 < \lambda_6 < \lambda_d$ )。

【0038】尚、図1においては、チャーブ・グレーティング20aおよび20bの部分に回折格子模様を模式的に示しているが、この回折格子模様の格子間隔は、実際の格子間隔とは関係ない。実際の格子間隔は、各チャーブ・グレーティングの反射波長帯域が互いに異なっているために、チャーブ・グレーティング毎に異なっている。

【0039】また、この発明では、光サーキュレータの各々は、第1ポート、第2ポートおよび第3ポートを具えていて、第1ポートに入力される光信号を第2ポートから出力し、この第2ポートに入力される光信号を第3ポートから出力するように構成してある。

【0040】そこで、第1の実施の形態においては、光サーキュレータ16a、16bおよび16cの各々は、第1ポートa、第2ポートbおよび第3ポートcを具えている。そして、各光サーキュレータ16a、16bおよび16cは、光サーキュレータの外部から第1ポートaに入力される光信号を第2ポートbから出力させ、この第2ポートbにこの光サーキュレータの外部から入力された光信号を第3ポートcから出力させるように構成してある。

【0041】また、この発明によれば、第1段目の光サーキュレータの第1ポートと光フィルタの入力ポートとを結合してある。また、各光サーキュレータの第3ポートをそれぞれ光フィルタの個別の出力ポートに結合してある。

【0042】そこで、第1の実施の形態においては、第1段目の光サーキュレータ16aの第1ポートaと入力ポート12とを結合してある。また、各光サーキュレータ16a、16bおよび16cの第3ポートcは、それぞれ個別の出力ポート14a、14bおよび14cに結合されている。

【0043】上述したこれらの結合には、通常の光ファイバや光導波路を用いると良い。

【0044】また、この発明によれば、第i段目(iは $1 \leq i \leq N-1$ を満たす整数)の光サーキュレータの第

2ポートと第(i+1)段目の光サーキュレータの第1ポートとを第i段目のファイバラッピンググレーティング部を介して結合してある。

【0045】そこで、第1の実施の形態においては、N=3なのでi=1、2となり、第1段目の光サーキュレータ16aの第2ポートbと第2段目の光サーキュレータ16bの第1ポートaとの間を第1段目のFBG部18aを経て結合してある。また、第2段目の光サーキュレータ16bの第2ポートbと第3段目の光サーキュレータ16cの第1ポートaとの間を第2段目のFBG部18bを経て結合してある。

【0046】従って、FBG部18aを光経路として、前段の第1段目の光サーキュレータ16aと後段の第2段目の光サーキュレータ16bとの間で光信号の伝送が行える。また、FBG部18bを光経路として、前段の第2段目の光サーキュレータ16bと後段の第3段目の光サーキュレータ16cとの間で光信号の伝送が行なえる。

【0047】また、この発明によれば、各段の、すなわち、第i段目のファイバラッピンググレーティング部を構成するチャーブドファイバグレーティングは、格子間隔の広い側のグレーティング端をその直前に設けられている段の、すなわち、第i段目の光サーキュレータの第2ポートに結合してある。

【0048】そこで、第1の実施の形態においては、第1段目のファイバラッピンググレーティング部18aを構成するチャーブ・グレーティング20aは、その格子間隔の広い側のグレーティング端22aを第1段目の光サーキュレータ16aの第2ポートbに結合してある。また、第2段目のファイバラッピンググレーティング部18bを構成するチャーブ・グレーティング20bは、その格子間隔の広い側のグレーティング端22bを第2段目の光サーキュレータ16bの第2ポートbに結合してある。

【0049】また、この発明によれば、第N段目すなわち最終段のファイバラッピンググレーティング部を構成するチャーブドファイバグレーティングは、格子間隔の広い側のグレーティング端を第N段目すなわち最終段の光サーキュレータの第2ポートに結合してある。

【0050】そこで、第1の実施の形態においては、第3段目のFBG部18cを構成するチャーブ・グレーティング20cは、格子間隔の広い側のグレーティング端22cを第3段目の光サーキュレータ16cの第2ポートbに結合してある。尚、このFBG部18cの他端、すなわち、グレーティング端22cとは反対側のグレーティング端を、例えば、適当な光吸収体(図示せず)を設けた無(または非)接続端として構成するのが良い。あるいは、この他端を光フィルタ10に設けた他の出力ポート(図示せず)に結合して、最終段のFBG部18cを透過した光信号を光フィルタ10の外部へと出力し

ても良い。

【0051】また、第1の実施の形態では、各FBG部18a～18cは、光ファイバで以って形成するのが好ましい。この光ファイバは、軸方向の中心部のコアと、その周囲のクラッドを以って構成されている。そして、このコアにチャーブドファイバグレーティングを形成しておくのが良い。また、上述した各結合を、好ましくは、通常の光ファイバや光導波路を用いて行なうのが良い。

10 【0052】また、第1の実施の形態で用いる光ファイバは、好ましくは、酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)を主成分とする材料で形成したものが良い。また、この光ファイバの直径を、好ましくは、110～130μm程度とする。また、コアの直径を、好ましくは、10μm程度とする。

【0053】光ファイバにチャーブドファイバグレーティングを形成するにあたっては、上述した位相マスク法(文献3)を用いると良い。例えば、248nmの波長のレーザ光をKrFエキシマレーザ光源(ラムダ・フィジックス社製)により発生させる。このレーザ光により位相マスクを照射すると所定の回折光が発生する。そして、クラッドを露出させた感光性光ファイバ(コーニング社製)を、この回折光でもって照射する。回折光の強度は、感光性光ファイバの長手方向に沿って周期的に変化している。従って、感光性光ファイバのコアに回折光の強度に応じた屈折率変化を形成することができる。このようにして、位相マスクの設計に応じた所定の反射波長帯域を有するチャーブドファイバグレーティングが作成される。

30 【0054】次に、図2を参照して、チャーブドファイバグレーティング(チャーブ・グレーティング)における波長分散の補償原理について説明する。図2は、波長分散の補償原理の説明に供する模式図である。

【0055】先ず、チャーブ・グレーティング26の構成について説明する。このチャーブ・グレーティング26の格子間隔の最も広い部分の間隔をΛ<sub>L</sub>とする。また、格子間隔の最も狭い部分の間隔とΛ<sub>S</sub>とする。この格子間隔と、このチャーブ・グレーティング26の反射波長帯域の最小反射波長λ<sub>a</sub>および最大反射波長λ<sub>b</sub>との間には、それぞれ下記の(2)式および(3)式に示す関係が成り立つ。

$$\lambda_a = 2 \cdot n_{eff} \cdot \Lambda_s \dots (2)$$

$$\lambda_b = 2 \cdot n_{eff} \cdot \Lambda_L \dots (3)$$

但し、n<sub>eff</sub>は、光ファイバのコアの実効屈折率を表す。

【0057】次に、波長λ<sub>1</sub>(λ<sub>a</sub><λ<sub>1</sub><λ<sub>b</sub>)の光信号が、このチャーブ・グレーティング26で反射される場合について説明する。波長λ<sub>1</sub>の光信号には、波長幅がある。ここでは、この光信号の長波長成分をλ<sub>L</sub>

50 (=λ<sub>1</sub>+Δ)と表す。また、この光信号の短波長成分

を $\lambda_s$  ( $=\lambda_1 - \Delta$ ) と表す。通常の光ファイバを伝送してきた光信号には、波長分散が生じる。その結果、光信号の長波長成分 $\lambda_L$  は、短波長成分 $\lambda_s$  よりも遅れてチャーブ・グレーティング26に入射する。

【0058】チャーブ・グレーティング26に、その格子間隔の広い側(図2の紙面の左側)から入射した短波長成分は、入射端から遠い位置 $x_2$ で反射される。一方、長波長成分は、入射端から近い位置 $x_1$ で反射される。その結果、短波長成分と長波長成分との間には、これらの反射位置間の距離 $\Delta x$ の2倍の光路差 $2\Delta x$ が生じる。その結果、この光路差の分だけ長波長成分と短波長成分との時間差を短縮して、波長分散を補償することができる。

【0059】次に、第1の実施の形態の光フィルタ10の動作につき説明する。ここでは、中心波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_5$ および $\lambda_6$ 光信号が多重された波長多重光信号を2つの中心波長の光信号ずつに分配する例について説明する。

【0060】先ず、中心波長 $\lambda_1 \sim \lambda_6$ の波長多重された光信号を光フィルタ10の入力ポート12に入力する。入力ポート12に入力された波長多重光信号は、第1段目の光サーキュレータ16aの第1ポートaおよび第2ポートbを経て第1段目のFBG部18aに入力される。

【0061】中心波長 $\lambda_1 \sim \lambda_6$ の光信号のうちの、中心波長 $\lambda_1$ および $\lambda_2$ の光信号は、第1段目のFBG部18aによって反射される。この第1段目のFBG部18aにおける反射によって、中心波長 $\lambda_1$ および $\lambda_2$ の光信号の波長分散がそれぞれ補償される。そして、反射された $\lambda_1$ および $\lambda_2$ の光信号は、第2ポートbを経て再び光サーキュレータ16aに入力される。第1段目の光サーキュレータ16aに再び入力された中心波長 $\lambda_1$ および $\lambda_2$ の光信号は、第3ポートcを経て光フィルタ10の第1段目の出力ポート14aから出力される。

【0062】一方、中心波長 $\lambda_1 \sim \lambda_6$ の光信号のうちの、中心波長 $\lambda_3 \sim \lambda_6$ の光信号は、第1段目のFBG部18aを透過する。第1段目のFBG部18aを透過した中心波長 $\lambda_3 \sim \lambda_6$ の光信号は、第2段目の光サーキュレータ16bの第1ポートaに入力される。

【0063】第2段目の光サーキュレータ16bの第1ポートaに入力された中心波長 $\lambda_3 \sim \lambda_6$ の光信号は、第2ポートbを経て、第2段目のFBG部18bに入力される。そして、中心波長 $\lambda_3 \sim \lambda_6$ の光信号のうちの、中心波長 $\lambda_3$ および $\lambda_4$ の光信号は、第2段目のFBG部18bによって反射される。この第2段目のFBG部18bにおける反射によって、中心波長 $\lambda_3$ および $\lambda_4$ の光信号の波長分散がそれぞれ補償される。そして、反射された $\lambda_3$ および $\lambda_4$ の光信号は、第2ポートbを経て再び第2段目の光サーキュレータ16bに入力される。第2段目の光サーキュレータ16bに再び入力

された中心波長 $\lambda_3$ および $\lambda_4$ の光信号は、第3ポートcを経て光フィルタ10の第2段目の出力ポート14bから出力される。

【0064】一方、中心波長 $\lambda_3 \sim \lambda_6$ の光信号のうちの、中心波長 $\lambda_5$ および $\lambda_6$ の光信号は、第2段目のFBG部18bを透過する。第2段目のFBG部18bを透過した中心波長 $\lambda_5$ および $\lambda_6$ の光信号は、第3段目の光サーキュレータ16cの第1ポートaに入力される。

- 10 【0065】第3段目の光サーキュレータ16cの第1ポートaに入力された中心波長 $\lambda_5$ および $\lambda_6$ の光信号は、第2ポートbを経て、第3段目のFBG部18cに入力される。そして、中心波長 $\lambda_5$ および $\lambda_6$ の光信号は、第3段目のFBG部18cにおいて反射される。この第3段目のFBG部18cにおける反射によって、中心波長 $\lambda_5$ および $\lambda_6$ の光信号の波長分散がそれぞれ補償される。そして、反射された $\lambda_5$ および $\lambda_6$ の光信号は、第2ポートbを経て再び第3段目の光サーキュレータ16cに入力される。第3段目の光サーキュレータ16cに再び入力された中心波長 $\lambda_5$ および $\lambda_6$ の光信号は、第3ポートcを経て、光フィルタ10の第3段目の出力ポート14cから出力される。

- 20 【0066】従って、この光フィルタ10によれば、入力ポート12に入力した中心波長 $\lambda_1 \sim \lambda_6$ の波長多重の光信号を、中心波長 $\lambda_1$ および $\lambda_2$ と、中心波長 $\lambda_3$ および $\lambda_4$ と、中心波長 $\lambda_5$ および $\lambda_6$ との各波長グループの光信号グループ毎に分配すると共に、それぞれの光信号の波長分散を補償する。そして、中心波長 $\lambda_1$ および $\lambda_2$ の光信号を第1段目の出力ポート14aから光フィルタ10の外部へと出力し、中心波長 $\lambda_3$ および $\lambda_4$ の光信号を第2段目の出力ポート14bから光フィルタ10の外部へと出力し、かつ、中心波長 $\lambda_5$ および $\lambda_6$ の光信号を第3段目の出力ポート14cから光フィルタ10の外部へと出力する。

- 30 【0067】また、この構成例では、初段、すなわち第1段目のFBG部18aの反射波長帯域( $\lambda_a \sim \lambda_b$ )を、中間段、すなわち第2段目のFBG部18bの反射波長帯域( $\lambda_b \sim \lambda_c$ )よりも短波長側に設定してある。そして、この第2段目のFBG部18bの反射波長帯域を、最終段、すなわち第3段目のFBG部18cの反射波長帯域( $\lambda_c \sim \lambda_d$ )よりも短波長側に設定してある。このため、中心波長 $\lambda_1 \sim \lambda_6$ のいずれの光信号も、その光信号の中心波長よりも反射波長帯域が長いFBG部を透過することができない。その結果、光信号の強度の損失の発生を抑制することができる。

- 40 【0068】尚、この実施の形態の構成とは逆に、第1段目のFBG部18aと第2段目のFBG部18bとを交換した場合には、中心波長 $\lambda_1$ および $\lambda_2$ の光信号が、第1段目となったFBG部18bによって若干反射される。従って、第2段目となったFBG部18aに到

達する光信号の強度が低下してしまうので好ましくない。

【0069】以上説明したように、この実施の形態の光フィルタ10により、光信号の波長分散補償と、各光信号の任意の光線路への分配とが実現される。従って、長尺のFBG部が不要であるため、光フィルタのコストの低減が図れる。また、長尺のチャーブドファイバグレーティングを作成する必要がなく、均一な特性のチャーブドファイバグレーティングを作成しやすい。このため、光フィルタの特性を均一にすることができる。従って、光フィルタの製造の歩留りが向上する。

【0070】(第2の実施の形態) 次に、図3を参照して、この発明の光フィルタの第2の実施の形態について説明する。図3は、第2の実施の形態の光フィルタの構成の説明に供するブロック図である。第2の実施の形態の光フィルタの構成は、FBG部の構成を除いて、上述の第1の実施の形態の光フィルタの構成と同一である。従って、第1の実施の形態の光フィルタと同一の構成成分については、同一の符号を付してその詳細な説明を省略する。

【0071】第2の実施の形態の光フィルタ10aにおいては、上述した第1の実施の形態におけるFBG部18a～18cの代わりのFBG部28a～28cをそれぞれ具えている。そして、各FBG部28a～28cを、それぞれ、互いに反射波長帯域の異なる複数のチャーブドファイバグレーティング(チャーブ・グレーティング)でそれぞれ構成してある。具体的には、第1段目のFBG部28aを、第1および第2のチャーブ・グレーティング30aおよび30bで構成する。また、第2段目のFBG部28bを、第3および第4のチャーブ・グレーティング30cおよび30dで構成する。また、第3段目のFBG部28cを、第5および第6のチャーブ・グレーティング30eおよび30fで構成する。

【0072】また、第2の実施の形態でも、第i段目のファイバラッピンググレーティング部の反射波長帯域を第(i+1)段目のファイバラッピンググレーティング部の反射波長帯域よりも短くしてある。その上、この実施の形態では、各FBG部をそれぞれ複数のチャーブドファイバグレーティングで構成するので、個々のチャーブドファイバグレーティングの反射波長帯域を狭くすることができる。

【0073】具体的には、第1のチャーブ・グレーティング30aの反射波長帯域を $\lambda_a \sim \lambda_{a b}$ ( $\lambda_a < \lambda_{a b}$ および中心波長は $\{(\lambda_a + \lambda_{a b}) / 2\}$ )とする。また、第2のチャーブ・グレーティング30bの反射波長帯域を $\lambda_{a b} \sim \lambda_b$ ( $\lambda_{a b} < \lambda_b$ および中心波長は $\{(\lambda_{a b} + \lambda_b) / 2\}$ )とする。また、第3のチャーブ・グレーティング30cの反射波長帯域を $\lambda_b \sim \lambda_{b c}$ ( $\lambda_b < \lambda_{b c}$ および中心波長は $\{(\lambda_b + \lambda_{b c}) / 2\}$ )とする。また、第4のチャーブ・グレーティング30dの反射波長帯域を $\lambda_{b c} \sim \lambda_c$ ( $\lambda_{b c} < \lambda_c$ および中心波長は $\{(\lambda_{b c} + \lambda_c) / 2\}$ )とする。また、第5のチャーブ・グレーティング30eの反射波長帯域を $\lambda_c \sim \lambda_{c d}$ ( $\lambda_c < \lambda_{c d}$ および中心波長は $\{(\lambda_c + \lambda_{c d}) / 2\}$ )とする。また、第6のチャーブ・グレーティング30fの反射波長帯域を $\lambda_{c d} \sim \lambda_d$ ( $\lambda_{c d} < \lambda_d$ および中心波長は $\{(\lambda_{c d} + \lambda_d) / 2\}$ )とする。

チャーブ30dの反射波長帯域を $\lambda_{b c} \sim \lambda_c$ ( $\lambda_{b c} < \lambda_c$ および中心波長は $\{(\lambda_{b c} + \lambda_c) / 2\}$ )とする。また、第5のチャーブ・グレーティング30eの反射波長帯域を $\lambda_c \sim \lambda_{c d}$ ( $\lambda_c < \lambda_{c d}$ および中心波長は $\{(\lambda_c + \lambda_{c d}) / 2\}$ )とする。また、第6のチャーブ・グレーティング30fの反射波長帯域を $\lambda_{c d} \sim \lambda_d$ ( $\lambda_{c d} < \lambda_d$ および中心波長は $\{(\lambda_{c d} + \lambda_d) / 2\}$ )とする。

【0074】さらに、第2の実施の形態では、第1段目のファイバラッピンググレーティング部を構成する各チャーブドファイバグレーティングの各々を、当該チャーブドファイバグレーティングの反射波長帯域の中心波長の短い順に、第1段目の光サーキュレータ側から設け、第N段目のファイバラッピンググレーティング部を構成する各チャーブドファイバグレーティングの各々を、当該チャーブドファイバグレーティングの反射波長帯域の中心波長の短い順に、第N段目の光サーキュレータ側から設けてあるのが良い。すなわち、上述した中心波長の具体例からも理解できるように、各チャーブ・グレーティング30の中心波長は、 $(\lambda_a + \lambda_{a b}) / 2 < (\lambda_{a b} + \lambda_b) / 2 < (\lambda_b + \lambda_{b c}) / 2 < (\lambda_{b c} + \lambda_c) / 2 < (\lambda_c + \lambda_{c d}) / 2 < (\lambda_{c d} + \lambda_d) / 2$ の関係にあるのが良い。

【0075】尚、図3においては、チャーブ・グレーティング30aおよび30bの部分に回折格子模様を模式的に示しているが、この回折格子模様の格子間隔は、実際の格子間隔とは関係ない。実際の格子間隔は、各チャーブ・グレーティングの反射波長帯域が互いに異なっているために、チャーブ・グレーティング毎に異なっている。

【0076】図3に示した光フィルタ10aの構成例では、 $i = 1, 2$ とし、かつ、 $N = 3$ としてあるので、初段すなわち第1段目のFBG部28aにおいては、第1段目の光サーキュレータ16aの第2ポートb側から順に、第1および第2のチャーブ・グレーティング30aおよび30bを直列に設けてある。また、第2段目のFBG部28bにおいては、第2段目の光サーキュレータ16bの第2ポートb側から順に、第3および第4のチャーブ・グレーティング30cおよび30dを直列に設けてある。また、第3段目のFBG部28cにおいては、第3段目の光サーキュレータ16cの第2ポートb側から順に、第5および第6のチャーブ・グレーティング30eおよび30fを直列に設けてある。

【0077】また、FBG部28a～28cの各々を構成する一組のチャーブ・グレーティング(30aと30b；30cと30d；30eと30f)を個別の光ファイバに設けても良いし、共通の光ファイバに設けても良い。好ましくは、1本の光ファイバのコアに、2つずつチャーブドファイバグレーティングをそれぞれ形成しておくのが良い。このように、2つのチャーブドファイバ

グレーティングを1本の光ファイバに形成すれば、個々のチャーブドファイバグレーティングどうしを融着したりコネクタを介して接続する必要がない。このため、個別の光ファイバを接続する構成とした場合に比べて、共通の光ファイバで構成する場合の方が、接続による光信号の損失の発生を抑制することができる。

【0078】次に、第2の実施の形態の光フィルタ10aの動作につき説明する。ここでは、中心波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_5$ および $\lambda_6$ 光信号が多重された波長多重光信号を、互いに中心波長が異なる2つの光信号ずつに、分配する例につき説明する。

【0079】ここで、波長 $\lambda_1$ は、第1のチャーブ・グレーティング30aの反射波長帯域に含まれるものとする ( $\lambda_a < \lambda_1 < \lambda_{ab}$ )。波長 $\lambda_2$ は、第2のチャーブ・グレーティング30bの反射波長帯域に含まれるものとする ( $\lambda_{ab} < \lambda_2 < \lambda_b$ )。波長 $\lambda_3$ は、第3のチャーブ・グレーティング30cの反射波長帯域に含まれるものとする ( $\lambda_b < \lambda_3 < \lambda_{bc}$ )。波長 $\lambda_4$ は、第4のチャーブ・グレーティング30dの反射波長帯域に含まれるものとする ( $\lambda_{bc} < \lambda_4 < \lambda_c$ )。波長 $\lambda_5$ は、第5のチャーブ・グレーティング30eの反射波長帯域に含まれるものとする ( $\lambda_c < \lambda_5 < \lambda_{cd}$ )。波長 $\lambda_6$ は、第6のチャーブ・グレーティング30fの反射波長帯域に含まれるものとする ( $\lambda_{cd} < \lambda_6 < \lambda_d$ )。

【0080】先ず、中心波長 $\lambda_1$ ～ $\lambda_6$ が波長多重された光信号を光フィルタ10aの入力ポート12に入力させる。入力ポート12に入力された波長多重光信号は、第1段目の光サーキュレータ16aの第1ポートaおよび第2ポートbを経て第1段目のFBG部28aに入力される。

【0081】中心波長 $\lambda_1$ ～ $\lambda_6$ の光信号のうちの、中心波長 $\lambda_1$ および $\lambda_2$ の光信号は、第1段目のFBG部28aによって反射される。具体的には、中心波長 $\lambda_1$ の光信号は、第1のチャーブ・グレーティング30aによって反射される。この反射により、中心波長 $\lambda_1$ の光信号の波長分散が補償される。また、中心波長 $\lambda_2$ の光信号は、第1のチャーブグレーティング30aを透過して、第2のチャーブ・グレーティング30bで反射される。この反射により、中心波長 $\lambda_2$ の光信号の波長分散が補償される。

【0082】そして、反射された $\lambda_1$ および $\lambda_2$ の光信号は、第2ポートbを経て再び光サーキュレータ16aに入力する。第1段目の光サーキュレータ16aに再び入力された中心波長 $\lambda_1$ および $\lambda_2$ の光信号は、第3ポートcを経て第1段目の出力ポート14aから光フィルタ10aの外部へと出力される。

【0083】一方、中心波長 $\lambda_1$ ～ $\lambda_6$ の光信号のうちの、中心波長 $\lambda_3$ ～ $\lambda_6$ の光信号は、第1段目のFBG部28aを透過する。第1段目のFBG部28aを透過

した中心波長 $\lambda_3$ ～ $\lambda_6$ の光信号は、第2段目の光サーキュレータ16bの第1ポートaに入力する。

【0084】第2段目の光サーキュレータ16bの第1ポートaに入力された中心波長 $\lambda_3$ ～ $\lambda_6$ の光信号は、第2ポートbを経て、第2段目のFBG部28bに入力される。そして、中心波長 $\lambda_3$ ～ $\lambda_6$ の光信号のうちの、中心波長 $\lambda_3$ および $\lambda_4$ の光信号は、第2段目のFBG部28bによって反射される。具体的には、中心波長 $\lambda_3$ の光信号は、第3のチャーブ・グレーティング30cによって反射される。この反射により、中心波長 $\lambda_3$ の光信号の波長分散が補償される。また、中心波長 $\lambda_4$ の光信号は、第3のチャーブ・グレーティング30cを透過して、第4のチャーブ・グレーティング30dによって反射される。この反射により、中心波長 $\lambda_4$ の光信号の波長分散が補償される。

【0085】そして、反射された $\lambda_3$ および $\lambda_4$ の光信号は、第2ポートbを経て再び第2段目の光サーキュレータ16bに入力される。第2段目の光サーキュレータ16bに再び入力された中心波長 $\lambda_3$ および $\lambda_4$ の光信号は、第3ポートcを経て第2段目の出力ポート14bから光フィルタ10aの外部へと出力する。

【0086】一方、中心波長 $\lambda_3$ ～ $\lambda_6$ の光信号のうちの、中心波長 $\lambda_5$ および $\lambda_6$ の光信号は、第2段目のFBG部28bを透過する。第2段目のFBG部28bを透過した中心波長 $\lambda_5$ および $\lambda_6$ の光信号は、第3段目の光サーキュレータ16cの第1ポートaに入力する。

【0087】第3段目の光サーキュレータ16cの第1ポートaに入力された中心波長 $\lambda_5$ および $\lambda_6$ の光信号は、第2ポートbを経て、第3段目のFBG部28cに入力される。そして、中心波長 $\lambda_5$ および $\lambda_6$ の光信号は、第3段目のFBG部28cにおいて反射される。具体的には、中心波長 $\lambda_5$ の光信号は、第5のチャーブ・グレーティング30eによって反射される。この反射により、中心波長 $\lambda_5$ の光信号の波長分散が補償される。また、中心波長 $\lambda_6$ の光信号は、第5のチャーブ・グレーティング30eを透過して、第6のチャーブ・グレーティング30fによって反射される。この反射により、中心波長 $\lambda_6$ の光信号の波長分散が補償される。

【0088】そして、反射された $\lambda_5$ および $\lambda_6$ の光信号は、第2ポートbを経て再び第3段目の光サーキュレータ16cに入力する。第3段目の光サーキュレータ16cに再び入力された中心波長 $\lambda_5$ および $\lambda_6$ の光信号は、第3ポートcを経て、光フィルタ10aの第3段目の出力ポート14cから光フィルタ10aの外部へと出力する。

【0089】このように、この光フィルタ10によれば、入力ポート12に入力した中心波長 $\lambda_1$ ～ $\lambda_6$ の波長多重の光信号を、中心波長 $\lambda_1$ および $\lambda_2$ と、中心波長 $\lambda_3$ および $\lambda_4$ と、中心波長 $\lambda_5$ および $\lambda_6$ とに分配と共に、それぞれの光信号の波長分散を補償する。そし

て、中心波長 $\lambda_1$ および $\lambda_2$ の光信号を第1段目の出力ポート14aに出力し、中心波長 $\lambda_3$ および $\lambda_4$ の光信号を第2段目の出力ポート14bに出力し、かつ、中心波長 $\lambda_5$ および $\lambda_6$ の光信号を第3段目の出力ポート14cに出力する。

【0090】尚、第6チャーブ・グレーティング30fを透過する波長の光信号がある場合には、例えば、この光信号を吸収できるように、チャーブ・グレーティング30fの他端を無（または非）接続端として構成しておけば良い。あるいは、この他端を光フィルタ10aに設けた他の出力ポート（図示せず）に結合して、チャーブ・グレーティング30fを透過した光信号を光フィルタ10aの外部へ出力させても良い。

【0091】また、この構成例では、中心波長 $\lambda_1$ ～ $\lambda_6$ の各光信号は、いずれも、当該光信号の波長よりも反射波長帯域が長いFBG部を透過する事がない。その結果、光信号の強度の損失の発生を抑制することができる。

【0092】上述した実施の形態では、この発明を特定の条件で構成した例について説明したが、この発明は、種々の変更および変形を行なうことができる。例えば、上述した第1および第2の実施の形態では、各出力ポートから、それぞれ2つずつの波長の光信号を分配して取り出した例について説明したが、この発明では、各出力ポートから取り出す光信号の波長の数は、2つに限定されるものではない。例えば、1つの出力ポートから3つ以上の波長の光信号を取り出しても良い。また、この発明では、各出力ポートから取り出す光信号の波長の個数どうし等しくなくとも良い。

【0093】また、例えば、上述の第2の実施の形態では、各FBG段毎に、2つずつのチャーブ・グレーティングを設けたが、この発明では、FBG毎のチャーブ・グレーティングの数は、互いに等しくなくとも良い。ま

た、各チャーブ・グレーティングと光信号の中心波長とは、必ずしも1対1に対応していないとも良い。

#### 【0094】

【発明の効果】この発明の光フィルタによれば、入力ポートに入力される波長多重光信号をその波長に応じて任意の数の光信号ずつに分配して個別の出力ポートからそれぞれ出力させることができる。しかも、この光フィルタにより、分配される各光信号の波長分散を補償することができる。従って、長尺のFBG部が不要であるため、光フィルタのコスト低減が図れる。

【0095】また、この光フィルタによれば、任意の波長の光信号を任意の出力ポートから出力させることができる。従って、光回路の設計自由度の向上および所望の光伝送網の構築が図れる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態の光フィルタの構成の説明に供するブロック図である。

【図2】チャーブドファイバグレーティングによる波長分散の補償原理の説明に供する図である。

【図3】第2の実施の形態の光フィルタの構成の説明に供するブロック図である。

#### 【符号の説明】

10、10a：光フィルタ

12：入力ポート

14a～14c：出力ポート

16a～16c：光サーキュレータ

18a～18c：FBG部

20a～20c：チャーブ・グレーティング

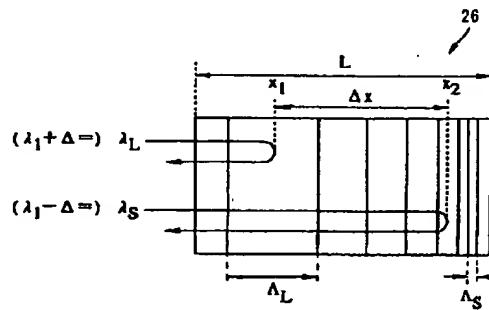
22a～22c：グレーティング端

26：チャーブドファイバグレーティング（チャーブ・グレーティング）

28a～28c：FBG部

30a～30f：チャーブ・グレーティング

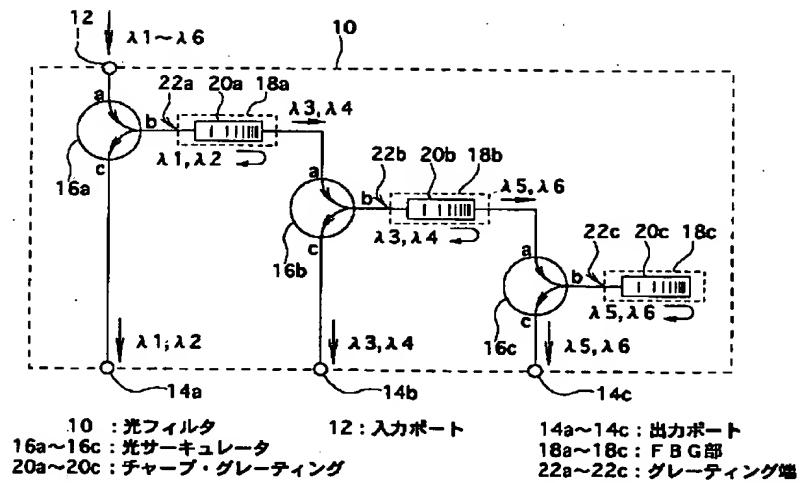
【図2】



26 : チャーブ・グレーティング

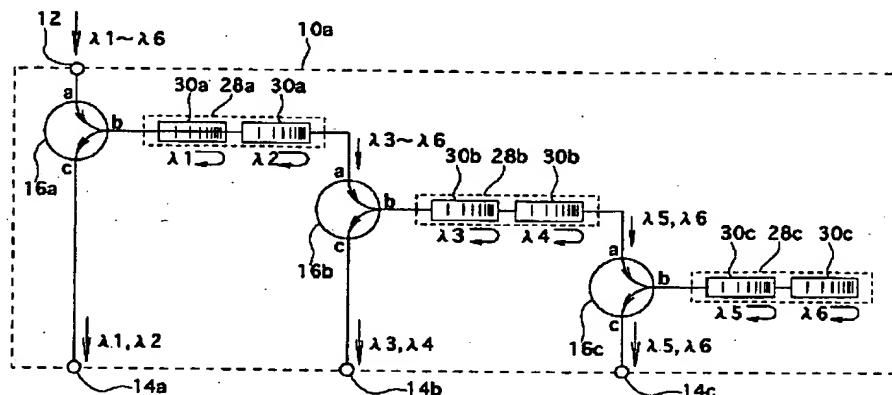
波長分散の補償原理の説明図

【図1】



第1の実施の形態

【図3】



第2の実施の形態